

Tämä on rinnakkaistallenne.

Rinnakkaistallenteen sivuasettelut ja typografiset yksityiskohdat *saattavat poiketa* alkuperäisestä julkaisusta.

Julkaisun tekijä(t): Väänänen, Minna, Torvinen, Marita, Manninen, Anna-Leena, Henner, Anja

Julkaisun nimi: Isotooppilääketieteen kehitys 1950-luvulta tähän päivään Oulun näkökulmasta

Julkaisuvuosi: 2016

Versio: Julkaistu versio

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Väänänen, M., Torvinen, M., Manninen, A.-L. & Henner, A. (2016). Isotooppilääketieteen kehitys 1950-luvulta tähän päivään Oulun näkökulmasta. *Radiografia*, 38(5), 6-8.

Minna Väänänen, rh, Isotooppiosasto, OYS kuvantaminen

Marita Torvinen, oh, Isotooppiosasto, OYS kuvantaminen

Anna-Leena Manninen, FT, sairaalafysikko, Isotooppiosasto, OYS kuvantaminen

Anja Henner, yliopettaja, Oamk

Isotooppilääketieteen kehitys 1950-luvulta tähän päivään Oulun näkökulmasta

Vahvalla moniammatillisella yhteistyöllä on isotooppilääketieteessä pitkät perinteet.

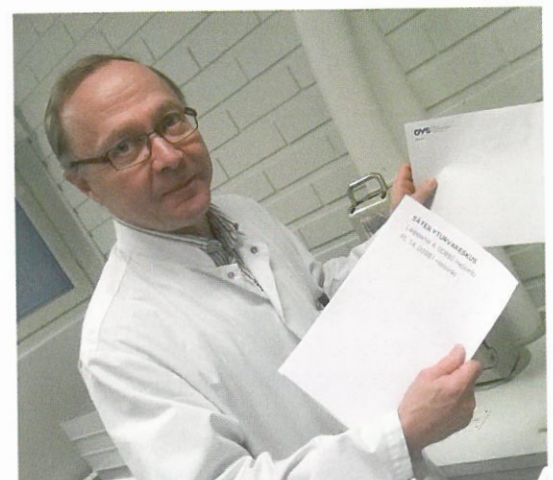
Ensimmäinen lääketieteellinen isotooppilaboratorio Suomeen tuli 1950-luvulla Helsinkiin Marian sairaalaan. Tutkimukset perustuivat tuolloin veri- ja virtsanäytteisiin. Mittalaitteista huolehtivat lääkärit ja kemistit, sillä vakituksia fyysikoita ei sairaalassa silloin ollut. 1960-luvulla, kun isotooppitoimintaa oli jo useammassa keskussairaalassa, alettiin palkata vakituksia fyysikoita konsultoivien sijaan. Tämä johtui suurilta osin sädehoidon aloituksesta keskussairaaloissa. Keskussairaaloista isotooppialan tieteellistä tutkimusta tehtiin etenkin Kuopiossa ja Jyväskylässä. Tyypillinen isotooppitutkimus 1960-luvulla oli munuaisten toimintakoe, jota tehtiin myös Oulussa yksityisellä puolella. Kyllikki Nosa oli Helsingissä sädehoitoklinikalla alusta asti mukana kehittämässä isotooppitoimintaa tutkimusapulaisen roolissa. Hän oli valmistunut röntgenteknikoksi apulaiseksi vuonna 1955. Nosa oli hyvin omistautunut työlleen; hänen työpäivänsä saattoivat venyä pitkälle yöhön ja lauantaitkin hän teki töitä. Säteilyturvallisuuksiasiat olivat näihin aikoihin vielä aika vähällä huomiolla. Nosalle potilaan hoito oli tärkeämpää kuin omasta säteilysuojelusta huolehtiminen.

Suomen ensimmäinen gammakamera saatiin vuonna 1966 Meilahden isotooppilaboratorioon Helsingin yliopistolliseen keskussairaalaan. 1970-luvulla gammakamera yleistyi ja siitä tuli perustyökalu kaikissa isotooppiyksiköissä. Gammakameran ohella teknetiumin käyttöönotto Suomessa 1960-luvun puolivälissä oli merkittävä edistysaskel. Tärkeimpiä kuvauskohteita 60- ja 70-luvuilla olivat aivot, maksa, keuhkot, munuaiset, kilpirauhanen ja luusto. Kun laitteistot alkoivat monimutkaistua, tarvittiin isotooppiosastoille lääkäreiden, hoitajien ja kemistien lisäksi fyysikoita, jotka aluksi fyysikoiden vähyyden vuoksi kiersivät konsultoimassa eri sairaaloissa. Fyysikoiden työstä suurin osa kului gammakameroiden käyttämiseen, testaamiseen ja hankintavaiheessa laitteiden vertailuun säteilysuojeluun. 1980-lu-

vulla gammakameroita oli Suomessa jo noin 50 kappaletta.

Isotooppitoiminnan aloitus Oulussa

Oulun yliopistollisessa keskussairaalassa (OYKS, myöhemmin OYS) isotooppitoiminta aloitettiin vuonna 1973 sädehoito-osastolla GE:n Radi-gammakameralla. Vuonna 1974 Nova-Nukab annosuunnittelulaitteisto saatiin sädehoito-osastolle ja sitä käytettiin myös gammakameran tietokoneena. Kuvaustulosten käsittely oli työlästä, sillä fyysikon piti syöttää kokonaislukuina tulleet aktiivisuuskäyrät käsin toiseen tietokoneeseen. Keskuslaboratorioon perustettiin vuonna 1974 erillinen isotooppilaboratorio. Johtavana fyysikkona Oyksissä vuodesta 1967 alkaen toimi Kalevi Kiviniitty. Yhdessä keskuslaboratorion ylilääkäreiden kanssa oli hyvät mahdollisuudet kehittää uusia kuvantamismenetelmiä isotooppilaboratoriossa. Jonkin aikaa fyysikkoina Oulussa toimivat muun muassa Jyrki Kuikka ja hänen jälkeensä Matti Koskinen. Ante-



Pentti Torniaisen eläkepäivät alkamassa.

ro Koivula toimi apulaisfyysikkona 1976–1979. Juhani Heikkilä peri ensin Antero Koivulan ja sitten Matti Koskisen viran. Pentti Torniainen siirtyi isotooppilaboratorion fyysikoksi vuonna 1982 jäädessä eläkkeelle apulaisylifyysikon virasta huhtikuun alussa 2016. Fyysikon toimeen isotooppiosastolle valittiin tuolloin Anna-Leena Manninen. Hänen vastuualueinaan ovat myös OYS kuvantamisen angio- ja läpivalaisutoiminnan fyysikon tehtävät.

Röntgenhoitaja Kyllikki Nosa siirtyi Helsingistä Ouluun, jolloin sädehoito-osasto sijaitsi ”vanhalla läänillä”. Hän oli aluksi ainoa hoitaja, mutta se ei estänyt häntä hoitamasta useampaa potilasta yhtä aikaa. Tilat oli suunniteltu niin, että hän oli lähietäisyydellä kaikista potilaista. Nosan työnkuva on ollut laaja-alaista; potilastyön lisäksi hän avusti lääkäreitä tutkimustyössä ja korjasi monimutkaisiakin laitteita. Helsingin aikaiset suhteet mm. laitefirmoihin olivat apuna laitteiden korjaustoimenpiteissä. Röntgenhoitajan työ oli Nosalle kutsumustyö ja hänen työuransa kesti aina 1990-luvulle asti. Röntgenhoitajat Tuula Ketola, Sylvi Barnes, Kyllikki Nosa ja sairaanhoitaja Raija Eklöf sekä laboratoriohoitaja Ritva Kärkkäinen aloittivat työskentelyn uudessa isotooppilaboratoriossa vuonna 1974. Työryhmä oli siis jo tuolloin hyvin moniammatillinen. Sylvi Timonen työskenteli pitkään osastonhoitajan isotooppilaboratoriossa. Marita Torvinen on toiminut vuodesta 1982 apulaisosastonhoitajana ja osastonhoitajana vuodesta 2003 Sylvi Timosen jäätyä eläkkeelle. Isotooppiosastolla työskentelee nykyisin 2 laboratoriohoitajaa ja 6 röntgenhoitajaa. Henkilökuntarakenne on painottunut röntgenhoitajiin SPECT-TT yhdistelmälaitteiden käyttöönoton jälkeen.

Tutkimustyötä isotooppilaboratoriossa

Jyrki Kuikka teki 1970-luvun lopulla yhteistyössä gynekologien kanssa istukkaverenkierron mittauksia. Kuikka myös opetti Oulussa samaan aikaan työskennelleelle fyysikko Matti Koskisellemuun muassa modifioitua gammafunktion käyttämistä eri elimien aktiivisuuskäyrien analysoinnissa. Isotooppilaboratorion apulaisfyysikko Antero Koivula vuosina 1976–1979 oli myös aktiivisesti mukana käyränsovitustyössä. Tämän jälkeenkin Oulun fyysikot ovat olleet mukana useassa eri tutkimuksessa, joista esimerkkinä mainittakoon aivoperfuusiomenetelmien vertailu koirilla käyttämällä mikropalloruiskutusta suoraan sydämeen ja ksenonkaasun huuhtoutu-



ROTA-kamera isotooppilaboratorion tiloissa. Kuvassa röntgenhoitaja Raija Polojärvi ja fyysikko Junani Heikkilä.

misen mittaaminen. Sikoja käytettiin tutkimuksissa, joissa selvitettiin syöpälääkkeiden vaikutusmekanismeja aivoihin. Juhani Heikkilä liittyi tutkimustiimiin Matti Koskisen jälkeen.

Lastenkliniikka oli mukana tutkimuksessa, jossa tutkittiin keskosina syntyneiden vastasyntyneiden aivoverenkiertoa. Aivoverenkierron muutoksilla todettiin olevan ennustearvoa CP-diagnostiikassa. SPECT-tekniikkaa (Single Photon Emission Computed Tomography) käytettiin hyödyksi lasten pahanlaatuisten aivokasvainten diagnostiikassa ja hoitotulosten seurannassa kuvaamalla potilaiden aivoverenkiertoa. Tulosten käsittelyssä Pentti Torniainen oli keskeinen rooli.

1990-luvulla Oulussa tehtiin laajoja aivoreseptoritutkimuksia. Suomalaiselta radiolääkeyritykseltä MAP Medical Technologies Oy:ltä saatiin käyttöön radiolääke ^{123}I - βCIT , joka sitoutuu dopamiinikuljettajaproteiineihin. Neurologien kanssa tehty yhteistyö Parkinsonin taudin diagnostiikassa osoitti taudin vaikeusasteen korreloivan hyvin tyvitumakkeiden dopamiinikuljettajaproteiinin pitoisuuksien kanssa.

Tekniikka kehittyy

SPECT-tutkimukset Oulussa aloitettiin vuonna 1982 Siemens ROTA ZLC75-kameralla sekä Gamma-11-tietokoneella. Uuden tekniikan myötä kuvanlaatu muuttui, mikä herätti hämmennystä klinikoiden keskuudessa. OYKS:n gammakuvaukset sädehoito-osastolla lopetettiin vuonna 1990, jolloin kaikki isotooppitutkimukset keskitettiin keskuslaboratorion yhteydessä toimivaan isotooppilaboratorioon. Isotooppitoiminta yhdistettiin OYS:ssa radio-

logian yksikön kanssa kuvantamisen vastuualueeksi vuonna 2007 ja nimi muuttui isotooppilaboratoriosta isotooppiosastoksi. PET-TT -kuvaukset (Positron Emission Computed Tomography) alkoivat Oulussa omalla laitteella vuonna 2011. Laite sijaitsee keskusröntgenissä, koska laitteella tehdään diagnostista TT -kuvausta aina kun PET-TT -kuvauksia ei ole. Ennen vuotta 2011 PET-TT -kuvaukset tehtiin rekka-PET -laitteella, joka kiersi myös muualla Suomessa.

Nykytilanne

Tänä päivänä isotooppiosaston ja keskusröntgenin yhteistyö on tiivistä ¹⁸F-FDG- PET-TT -kuvausten jatkuvasti lisääntyessä. ¹⁸F-Fluorideoksiglukoosi (FDG) on sokeria sisältävä merkkiaine, joka ha-

”Isotooppiosaston ja röntgenin tiivistä yhteistyötä.”

keutuu kohteisiin, joissa on vilkastunut aineenvaihdunta, kuten syöpäsoluihin. Isotooppiosaston röntgen- ja laboratoriohoitajat haastattelevat, kanyloivat ja antavat radiolääkkeen (¹⁸F-FDG)

potilaalle. Keskusröntgenin röntgenhoitajat kuvaavat PET-TT- tutkimukset. Alkuaikoina tutkittiin kymmenen potilasta viikossa, mutta 2016 vuoden aikana tutkimusmäärä on kaksinkertaistunut. PET-TT on tärkeä kuvausmenetelmä syöpädiagnostiikassa ja -hoitojen seurannassa. PET-TT -laitteella saadaan aiempaa tarkempaa tietoa syövän levinneisyydestä, syövän aineenvaihdunnasta ja malignisuusasteesta.

Uusina PET -kuvausaineina mainittakoon ⁶⁸Gallium-DOTANOC ja ⁶⁸Gallium-PSMA. ⁶⁸Ga-DOTANOC -kuvaukset aloitettiin Oulussa 21.4.2015. ⁶⁸Ga-DOTANOC -PET -kuvaus on eri elimistä lähtöisin olevien neuroendokriinisten syöpien kuvausmenetelmä. ⁶⁸Ga-DOTANOC-PET-TT-tutkimus onkin syrjäyttänyt aiemmin käytetyn ¹¹¹In-Octreotidi somatostatiinireseptoreiden gammakuvauksen. Radiolääkkeen valmistuksen pystyttäminen OYS isotooppiosastolla vei noin 2 vuotta. Fyysikko Pentti Torniainen oli kantava voima yhdessä laboratoriohoitajien Leila Mäkelän ja Aira Karjalaisen kanssa aloitettaessa ⁶⁸Ga-DOTANOC:n valmistusta. Radiolääke valmistettiin omaan käyttöön isotooppiosaston radiofarmasiassa OYS:n apteekin valvonnassa. Vuoden 2015 aikana ehdittiin kuvata noin 30 potilasta hyvin tuloksin. ⁶⁸Ga-DOTANOC -kuvaukset jouduttiin lopettamaan Oulussa joulukuussa 2015 kuvausaineen valmistusprosessin ongelmien vuoksi, jonka takia potilaat lähetetään tällä hetkellä HUS:n ja TYKS:n kuvattavaksi. DOTATOC

-peptidi on kuitenkin tulossa myyntiin ”kittinä” lähikuukausina, jolloin käynnistämme ⁶⁸Ga-DOTATOC-PET-TT -kuvaukset uudelleen. Prostataspesifisen membraaniantigeenin (PSMA) avulla kuvasimme ensimmäiset kaksi potilasta 25.10.2016. ⁶⁸Ga-PSMA-PET-TT -kuvausta käytetään prostatasyövän kuvantamiseen, taudin uusiutumisen tai metastasoinnin arviointiin. ⁶⁸Ga-PSMA -kuvauksia teemme kahdelle potilaalle kerran viikossa. ⁶⁸Ga-PSMA:n valmistus tapahtuu myös OYS isotooppiosaston radiofarmasiassa OYS:n apteekin valvonnassa. Lääkevalmistuksen laadunvalvonta TLC ja HPLC -tekniikoilla vaatii hoitajilta ja fyysikolta lisäkoulutusta, varsinkin jos yksikössä ei ole radiokemistiä. OYS isotooppiosastolla isotooppihoitajat tekevät laadunvarmistuksen ja fyysikko on lääkkeen vapauttaja eli hän antaa luvan radiolääkkeen antamisesta potilaalle. Ongelmatilanteissa päätös tehdään yhdessä isotooppilääkärin kanssa. Radiofarmasiatyöskentely on isotooppiosastolla työskentelevien röntgen- ja laboratoriohoitajien erikoisosaamista. Radiolääkkeiden käyttökuntoon saattaminen tehdään puhdistiloissa lyijyvuoatussa radiofarmasiakaapissa. PET-TT- tutkimusten radiolääkkeiden valmistus lisääntyy tulevaisuudessa. Radiolääkkeiden valmistus asettaa osaamiselle lisävaatimuksia. Erilaisen säteilijöiden käsittely vaatii myös osaamista säteilysuojelun toteuttamisen osalta.

Perinteisten isotooppikuvausten rinnalle on tullut fuusiokuvantaminen, josta esimerkkinä lisäksi kilpirauhasen gammakuvaus kaksoisotopitutkimuksena SPECT-TT:llä. SPECT-TT -laitteilla tehdään matala-annos -TT vaimennuskertoimen ja anatomisen paikantamisen vuoksi. Kuvauksella saadaan tarkka lisäksi kilpirauhasadenomien diagnoosi ja paikannus.

Isotooppiosaston toimintaan liittyvät myös isotooppihoidot. Perinteisten ¹³¹Jodi- ja ³²Fosforihoitojen lisäksi on aloitettu uusia syöpähoitoja. ⁹⁰Y-ZEVALIN – manttelisolusyöpähoitot aloitettiin vuonna 2005 yhdessä syöpäpoliklinikan kanssa. ⁹⁰Y-SIR-Spheres (SIRTeX) maksasyövän hoidot aloitettiin vuonna 2011 yhteistyössä OYS kuvantamisen angio-osaston kanssa. ⁹⁰Y-ZEVALIN -hoitoja on annettu n. 50 potilaalle ja ⁹⁰Y-SIR-Spheres hoitoja on ollut 20 kpl tähän mennessä. Prostatasyövän luustometastaasien hoito ²²³Radiumkloridilla aloitettiin marraskuussa 2015. Hoitoa on annettu kolmelle potilaalle. Moniammatillinen yhteistyö ja kaikkien ammatillisen osaamisen hyödyntäminen on korkeatasoisen isotooppitoiminnan perusedellytys ja auttaa kehittämään uusia tutkimus- ja hoitomenetelmiä.

Lähdeluettelon saa toimituksesta toimisto@sorf.fi